

# SLIDE DEVICE WITH BUILT-IN MOVABLE MAGNET TYPE LINEAR MOTOR

**Publication number:** JP2001352744

**Publication date:** 2001-12-21

**Inventor:** TSUBOI TAKAAKI; FUJISAWA MASAJI;  
ONO MASAKI

**Applicant:** NIPPON THOMPSON CO LTD

**Classification:**





- international: **B23Q5/28; H02K41/02; H02K41/03;  
B23Q5/22; H02K41/02; H02K41/03; (IPC1-  
7): H02K41/02; B23Q5/28; H02K41/03**

- european: H02K41/03

**Application number:** JP20000166398 20000602

**Priority number(s):** JP20000166398 20000602

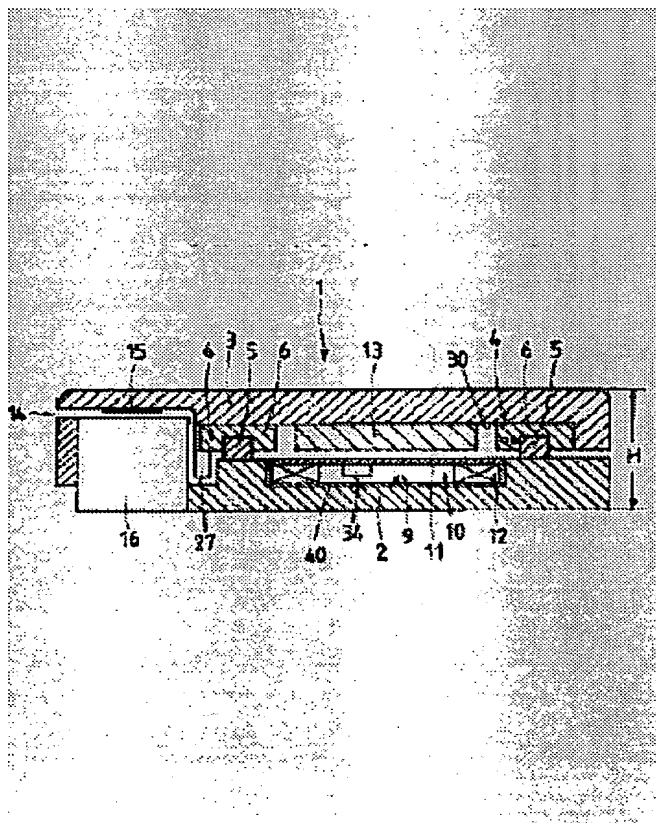
**Also published as:**

 EP1160961 (A2)  
 US6917126 (B2)  
 US2001048249 (A1)  
 EP1160961 (A3)

**Report a data error here**

## Abstract of JP2001352744

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a slide device with built-in a movable magnet type linear motor capable of further accurately positioning a table to a bed by further improving high speed operability and response of a slider to the bed. **SOLUTION:** An energization of the slide device 1 to an armature assembly 10 adopts a three-phase energization type, a drive circuit is thereby transferred from an interior of the slide device 1 to an external driver side to simplify a structure of the bed 2, and a height H can be lowered. As a field magnet 13, a rare earth magnet (neodymium magnet) is used, and hence its magnetic flux density is raised and a high thrust force is obtained at the table 3. An encoder for detecting a position of the table 3 adopts an optical encoder 14 having an optical linear scale 15, thereby improving its detecting accuracy. Since the detecting cable is disposed at a fixed side, this is suitable for a clean environment of low dusting.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-352744  
(P2001-352744A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーブルト (参考)
H 0 2 K 41/02		H 0 2 K 41/02	C 5 H 6 4 1
B 2 3 Q 5/28		B 2 3 Q 5/28	B
H 0 2 K 41/03		H 0 2 K 41/03	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-166398 (P2000-166398)

(22) 出願日 平成12年6月2日 (2000. 6. 2)

(71) 出願人 000229335

日本トムソン株式会社  
東京都港区高輪2丁目19番19号

(72) 発明者 壺井 孝明

神奈川県鎌倉市常盤392番地 日本トムソン株式会社内

(72) 発明者 藤澤 正司

神奈川県鎌倉市常盤392番地 日本トムソン株式会社内

(74) 代理人 100092347

弁理士 尾仲 一宗 (外1名)

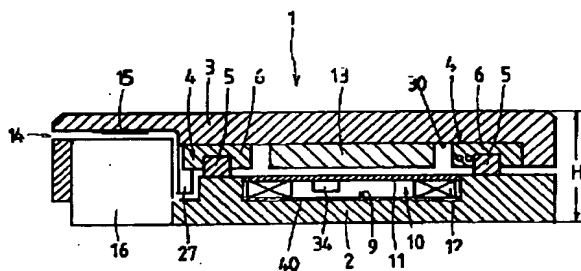
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、スライダのベッドに対する高速作動性、応答性を更に向上して、テーブルのベッドに対する位置決めを一層高精度化することが可能な可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置を提供する。

【解決手段】 スライド装置1の電機子組立体10への通電を3相通電方式とすることで、駆動回路をスライド装置1の内部から外部のドライバ側に移設し、ベッド2の構造を簡単化し、高さHを低くできる。界磁マグネット13として希土類磁石（ネオジウム磁石）を用いているので磁束密度が高まり、テーブル3に高推力が得られる。テーブル3の位置を検出するエンコーダを光学式リニアスケール15を有する光学式エンコーダ14とすることで、検出精度が向上される。検出用ケーブルが固定側であるので、低発塵でありクリーンな環境に適する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性材料である鋼製のベッド、前記ベッドの長手方向に直動案内ユニットを介してスライド自在に設けられた磁性材料である鋼製のテーブル、前記テーブルの前記ベッドに対する対向面に前記テーブルのスライド方向に極性が交互に異なる磁極が並設された界磁マグネット、前記界磁マグネットに対向して前記ベッドの前記テーブルに対する対向面に配置された電機子コイルを有し且つ前記界磁マグネットが生じさせる磁束と前記電機子コイルに流れる電流との電磁相互作用により前記テーブルをスライド自在に位置決め駆動する電機子組立体、及び前記ベッドに対する前記テーブルのスライド方向の位置を検出するエンコーダを具備し、前記電機子組立体は3相通電方式で各相の電流が供給される3つの前記電機子コイルを有し、前記界磁マグネットは5つの前記磁極が交互に並べて配置された希土類磁石であり、更に前記エンコーダは前記テーブルに配設された光学式リニアスケールと前記光学式リニアスケールに対向して前記ベッドに配設されて前記光学式リニアスケールを検出するセンサとから構成される光学式エンコーダであることから成る可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項2】 前記テーブルの前記ベッドに対するストロークは、前記テーブルの端部が前記電機子コイルのスライド方向両端の腕の中心を超えて前記電機子コイルの内部側に移動することがない範囲に設定されていることから成る請求項1に記載の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項3】 前記界磁マグネットの両端部には、前記界磁マグネットが発する磁束の外部への漏れ防止用の端板が配設されていることから成る請求項1又は2に記載の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項4】 前記電機子組立体は、前記テーブルのスライド方向に沿って前記ベッドに形成されている凹部内に配置されており、前記直動案内ユニットは前記凹部を挟んで前記テーブルのスライド方向に沿って並列に配設されていることから成る請求項1～3のいずれか1項に記載の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項5】 前記電機子組立体は、前記ベッドに取り付けられ且つ前記凹部の開口を覆うコイル基板を有し、前記電機子コイルは、前記コイル基板の前記凹部内に臨む面において前記テーブルのスライド方向に並設された偏平な電機子コイルであることから成る請求項1～4のいずれか1項に記載の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項6】 前記電機子コイルは、略矩形にまかれた巻線と前記巻線の内部に樹脂モールド成形された芯部とから構成されていることから成る請求項5に記載の可動

マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項7】 前記テーブルには前記テーブルの原点を規定する原点マークが設けられており、前記ベッドの前記テーブルのスライド方向両端部には、前記界磁マグネットの両端の前記磁極を検出するリミットセンサ及び前記原点マークを検出する原点前センサが設けられていることから成る請求項1～6のいずれか1項に記載の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

【請求項8】 前記テーブルのスライド方向で見て、前記ベッドの一方の端部にはエンドブロックが、また他方の端部には、前記電機子組立体に接続される電源コードと前記エンコーダの前記センサに接続されるセンサコードとが連結されたコネクタブロックが取り付けられており、前記エンドブロック及び前記コネクタブロックには、前記テーブルとの衝突を緩和するため、それぞれ、弾性体から成るストッパが固着されていることから成る請求項1～7のいずれか1項に記載の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体・液晶関連装置、測定器、組立機、工作機械、産業用ロボット、又は搬送機等の機器に使用され、励磁コイルをベッドのような固定子側に配設し、マグネットをテーブルのような可動子側に配設した可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、例えば、上記各技術分野におけるX-Y等多軸ステージや運動機構部において、ワーク、工具、或いは物品や機器を高速で移動させ且つ高精度で位置決めするため、コンパクトで軽量の構造を有し、高推力、高速、高応答可能なスライド装置が求められている。スライド装置にはリニアモータが使用されているが、リニアモータには、ベース部材であるベッドに界磁マグネットを固定子として設け、且つ所定の電気角だけずらした位相差をもって順次配列された複数の電機子コイルをベッドに対して長手方向に摺動自在なテーブルに可動子として設けた可動コイル型リニアモータと、電機子コイルをベッドにその長手方向全長に渡って固定子として配設し、テーブルに永久磁石から成る界磁マグネットを可動子として取り付けした可動マグネット型のリニアモータとがある。

【0003】本出願人は、既に、工作機械や産業用ロボットなどに用いられるスライド装置として、リニア電磁アクチュエータを駆動源として備え、物体（被駆動体）を高精度に位置決めする一軸の可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置を開示している（特開平9-266659号公報）。このスライド装置は、鋼製（磁性材料）とされたベッドとテーブルとの間にリニア電磁アクチュエータが配設され、ベッドとテーブルとの

少なくとも一方がリニア電磁アクチュエータの磁気回路部分、具体的にはマグネットヨーク及びコイルヨークを兼用させた構造を備えている。このスライド装置によれば、磁気回路を構成する比較的大きな部材であるヨークを別途設ける必要がなく、部品点数を少なくすると共に安価で小形なスライド装置が実現されている。

【0004】また、編み機の編み針を往復させる装置として好適なリニアモータが特開平8-322232号公報に開示されている。この公報に開示されているリニアモータは、可動コイル型リニアモータを複数内蔵した装置であり、可動子組立体は、一方の側から他方の側に貫通する空間部が形成された可動子支持体と、可動子支持体の一侧に接着等で固定された可撓性を有するシート状部材と、該シート状部材の一方の面に配置され且つ可動子支持体に形成されている空間部に一部が受け入れられた複数(3つ)の励磁コイル(可動子)とから構成されている。励磁コイルは、コイルの軸線方向を厚さ方向とした長円形の平板の形に形成されている。可動子組立体は、鋼材のような強磁性体からなる固定子支持体と、固定子支持体に可動子の移動方向に並べて配置された6枚の永久磁石(固定子)とから構成された一対の対向した固定子組立体間において、移動自在に構成されている。励磁コイルが、可動子支持体の空間部に収容されていることにより、可動子組立体の厚さ寸法を小さくしている。位置センサは、可動子組立体の移動方向に延びるように配置された細長い被検知体と、一方の固定子組立体に配置された感知ヘッドとを有する。

【0005】更に、コイルごとに半導体整流装置が配設された可動磁石型直流ブラシレスリニアモータが開示されている(特開平1-298946号公報)。この公報には、3相通電方式のリニアモータとして、2組の3相コイル群を配設した構造のものが開示されている。

【0006】従来のスライド装置の一例が、図14及び図15に示されている。図14は従来の可動マグネット型リニアモータを内蔵するスライド装置の一例を示す平面図であり、図15は図14に示すスライド装置のB-B断面図である。このスライド装置は、前掲の特開平9-266659号公報に開示されている小形リニアモータテーブル51を示し、ベッド52及びテーブル53を鋼製(磁性材料)にして磁気回路部分(マグネットヨーク及びコイルヨーク)を兼用させて小形なリニアモータテーブル51を実現している。リニアモータテーブル51は、固定側とされる長手のベッド52と、直動案内ユニット54によってベッド52の長手方向で直線的に往復動するように設けられたテーブル53とを有している。直動案内ユニット54は、ベッド52に並列に取り付けられた2本の軌道レール55と、テーブル53に取り付けられ且つ各軌道レール55についてスライド可能な都合4つのスライダ56によって構成されている。直動案内ユニット54は、軌道レール55の長手方向側面

に形成された軌道溝とスライダ56に形成された軌道溝とが対向して負荷軌道を形成しており、負荷軌道を転動体であるボールが転走することによってスライダ56が軌道レール55上をスムーズに案内する従来公知のものであってよく、これ以上の詳細な説明を省略する。テーブル53の上面には、ワーク取付け用の複数のねじ孔58が形成されている。

【0007】ベッド52の長手方向両端部にはエンドブロック61及びコネクタブロック62が設けられており、それぞれ、取付けボルト63、64によってベッド52に取り付けられていて、テーブル53の作動ストロークを大きく逸脱することがないようにテーブル53の移動を規制している。ベッド52には、複数箇所において取付け孔65が形成されており、取付け孔65に挿通され且つ作業台等に係合される取付けボルト66によって、ベッド52が作業台等に取り付けられる。

【0008】スライド装置51の一次側を構成する電機子70は、コイル基板71と、コイル基板71の下面側にテーブル53の移動方向に沿って一列に並べて貼着された8個の電機子コイル72とを有している。電機子70は、ベッド52の上面側に長手方向に形成されている凹部73内に絶縁シート74を介して配設されている。コイル基板71には各電機子コイル72に関連してホール効果素子75が設けられており、ホール効果素子75は、後述する二次側の界磁マグネット90が発する磁力線について界磁マグネット90の接近時に検出する磁束検出量に応じた信号を出力する。各電機子コイル72に流される電流の給断電は、ホール効果素子75が出力した信号に基づいて制御される。各電機子70は、隣り合う電機子70の取付け位置と千鳥状となる取付け位置において、ベッド52とコイル基板71とに当接するスペーサ77に嵌挿された小ねじ76によってベッド52に共締めされる。

【0009】ベッド52には、上側の凹部73とは反対側の下側において、凹部79が形成されており、凹部79には絶縁シート81を介してドライブ基板80が配設されている。ドライブ基板80は、電機子コイル72に給電を行うものであり、種々の電子部品から成る駆動回路82が設けられている。コイル基板71とドライブ基板80とは、ベッド52に上下に貫通して形成されている貫通孔85を通じて延びる雌雄のコネクタ83、84によって接続されている。更に、ベッド52の凹部79は、カバー86によって覆われている。

【0010】リニアモータの二次側である界磁マグネット90が、テーブル53に形成された凹部92内に配置され、且つテーブル53の下面に固着されている。界磁マグネット90は、テーブル53のスライド方向にN、Sの磁極(5極)が交互に並んで設定された複数の板状磁石91で構成されている。界磁マグネット90が装着されている鋼等の磁性材から成るテーブル53は、マグ

ネットヨークとして磁気回路部分を構成している。一方、磁性材から成るベッド５２は、各電機子コイル７２に関するヨーク、即ち、コイルヨークとして磁気回路部分を構成する。各電機子コイル７２に所定の電流を供給することにより、一次側と二次側とにフレミングの左手の法則に基づく推力が生じ、二次側である界磁マグネット９０と一体のテーブル５３が直動案内ユニット５４、５４に案内されてスライドする。

【００１１】ベッド５２とテーブル５３の基準位置を検出するため、左から２番目の電機子コイル７２の内部にホール効果素子９７が配設されている。ホール効果素子９７が、界磁マグネット９０の左端の板状磁石９１を検出するときの信号が基準位置信号とされる。また、テーブル５３がその作動ストロークを逸脱して作動することを検出する限界センサとして２つのホール効果素子９８、９９が左右両端の電機子コイル７２、７２の内部においてコイル基板７１に装着されている。テーブル５３がその作動ストロークを逸脱して作動したとき、ホール効果素子９８、９９は、それぞれ界磁マグネット９０の左右両端の磁極に感応して信号を発する。リニアモータテーブル５１においてベッド５２とテーブル５３との相対位置を検出するため、テーブル５３には、その側部において微細なピッチでＮ、Ｓ極が交互に並べられた磁気スケールから成るリニアスケール９５が取り付けられており、リニアスケール９５を検出するセンサ９６がベッド５２取り付けられている。

【００１２】スライド装置である上記のリニアモータテーブル５１は、各電機子コイル７２毎の通電方式であるために、ベッド５２の下部にドライブ基板８０及び駆動回路８２を内蔵する構造になっており、スライド装置が複雑化し、且つ嵩高い構造になっている。リニアスケールには磁気スケールが用いられている。

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年では、半導体装置、測定器、組立機などで、従来のスライド装置に比して、更にコンパクトで高精度・高速度に作動し、クリーン、高推力、高速、高応答な位置決め機構としてのスライド装置が要望されている。そこで、ベッドに対して直動案内ユニットを介してテーブルをスライド自在に設け、テーブルのベッドに対向する対向面に配設されている界磁マグネットが生じる磁束と、ベッドに支持されている電機子コイルに流れる電流との電磁相互作用により、ベッドに対して界磁マグネットをテーブルと共に移動可能にした可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置において、電機子コイルの通電方式、界磁マグネットの素材、高い分解能を持つエンコーダの選択、及びセンサコードの固定化等の構造について、スライダの作動を軽快にして、簡単化、コンパクト且つ軽量に構成して、テーブルのベッドに対する位置決めを一層高精度化する点で解決すべき課題がある。

【００１４】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記の課題を解決することであり、スライド装置の電機子コイルの通電方式、界磁マグネットの素材、高い分解能を持つエンコーダの選択、及びセンサコードの固定化等の構造について、ベッドの構造を更に薄肉構造にして装置全体の断面高さを抑えて、簡単化、コンパクト且つ軽量に構成し、スライダの作動を軽快にし、スライダのベッドに対する高速作動性、応答性を更に向上して、テーブルのベッドに対する位置決めを一層高精度化することが可能な可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライダ装置を提供することである。

【００１５】この発明は、磁性材料である鋼製のベッド、前記ベッドの長手方向に直動案内ユニットを介してスライド自在に設けられた磁性材料である鋼製のテーブル、前記テーブルの前記ベッドに対する対向面に前記テーブルのスライド方向に極性が交互に異なる磁極が並設された界磁マグネット、前記界磁マグネットに対向して前記ベッドの前記テーブルに対する対向面に配置された電機子コイルを有し且つ前記界磁マグネットが生じさせる磁束と前記電機子コイルに流れる電流との電磁相互作用により前記テーブルをスライド自在に位置決め駆動する電機子組立体、及び前記ベッドに対する前記テーブルのスライド方向の位置を検出するエンコーダを具備し、前記電機子組立体は３相通電方式で各相の電流が供給される３つの前記電機子コイルを有し、前記界磁マグネットは５つの前記磁極が交互に並べて配置された希土類磁石であり、更に前記エンコーダは前記テーブルに配設された光学式リニアスケールと前記光学式リニアスケールに対向して前記ベッドに配設されて前記光学式リニアスケールを検出するセンサとから構成される光学式エンコーダであることから成る可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置に関する。

【００１６】この可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置によれば、電機子コイルに通電すると、界磁マグネットは、界磁マグネットが生じさせる磁束と電機子コイルに流れる電流との電磁相互作用によりコイルヨークを兼ねるベッドに対して直動案内ユニットを介して、マグネットヨークを兼ねるテーブルと共にスライドする。電機子組立体と界磁マグネットとの配置が省スペースに構成され且つ効率的な電磁相互作用が得られる。また、エンコーダは、リニアスケールを光学式リニアスケールとし光センサを用いる光学式エンコーダであり、相互間変化に左右されにくく、高精度化に適している。また、電機子コイルが３相通電方式にされているので、従来の構造のように各電機子コイル毎の通電方式であることに応じてベッドの下部に駆動回路を内蔵する必要がなく、駆動回路をスライド装置から駆動装置（電気装置）であるドライバ側に移設することが可能になる。また、界磁マグネットとして希土類磁石（ネオジウム）

ム磁石)を用いているので磁束密度が高まり、高推力(電流×磁束密度)が得られて、一層、高速、高応答な位置決めが可能になる。また、磁気エンコーダに代えて光学式エンコーダを採用しているので、分解能が向上し高精度になっている。光学式エンコーダを構成する光学式のリニアスケールをテーブル下面に配設し、リニアスケール用のセンサをベッドに配設したことによって、スライド装置の稼働に伴ってセンサコードを動かすことがなくなり、装置自体が低発塵となり、クリーンな環境で使用することを可能にしている。

【0017】電機子組立体を最小単位でなる3つの電機子コイルとし、界磁マグネットを5極配設した最小単位で構成しているので、スライド装置がコンパクトに構成される。ここで、例えば、界磁マグネットの磁極数を4極とすると、高推力を維持する範囲においてテーブルのストロークは一磁極分短くなってしまふ。また、界磁マグネットの両端の磁極が異なるので、ホールIC、リミットセンサ、及び原点前センサの設定については、異なる磁極に対応した設定を必要とし、煩雑・面倒になる。また、界磁マグネットの磁極数を6極とすると、高推力を維持する範囲においてテーブルのストロークは一磁極分長くなるがテーブルの長さを一磁極分長くし、さらにベッドの長さも長くしなければならぬので装置が大きくなる。これに対して、本発明によれば、高推力を維持する範囲が実用上、充分に確保され、更に、界磁マグネットの両端の磁極が同極であるので、ホールIC、リミットセンサ及び原点前センサの設定が簡単となり、機能的でコンパクトな構成となるスライド装置が実現される。

【0018】前記テーブルの前記ベッドに対するストロークは、前記テーブルの端部が前記電機子コイルのスライド方向両端の腕の中心を超えて前記電機子コイルの内部側に移動することがない範囲に設定されている。即ち、テーブルは、電機子コイルの両端から外れることなく電機子コイル間内をスライドするので、界磁マグネットの磁束に対して、電機子コイルに通電される電流に最大限の相互作用を働かせることが可能になり、テーブルの高推力を維持することが可能になる。

【0019】前記界磁マグネットの両端部には、前記界磁マグネットが発する磁束の外部への漏れ防止用の端板が配設されている。端板は、界磁マグネットが発する磁束がテーブルの端部から外部に漏れ出るのを防止するので、界磁マグネットによって形成される磁界の影響が、テーブルに接近するものに及ぶのを防止する。

【0020】前記電機子組立体系は、前記テーブルのスライド方向に沿って前記ベッドに形成されている凹部に配置されており、前記直動案内ユニットは前記凹部を挟んで前記テーブルのスライド方向に沿って並列に配設されている。電機子組立体系は、ベッドの形成されている凹部に収容される状態で取り付けられ、ベッドの厚さを可

及的に薄くすることが可能となり、スライド装置のコンパクト化に寄与する。直動案内ユニットを凹部を挟んでテーブルのスライド方向に沿って並列に配設させることにより、テーブルはベッドに対して安定したスライド可能となり、また、直動案内ユニットの高さの範囲を利用して、界磁マグネットをテーブルに設けることが可能になる。また、前記エンコーダは、一方の前記直動案内ユニットの外方において前記ベッド及び前記テーブルに配設させることが可能である。

【0021】前記電機子組立体系は、前記ベッドに取り付けられ且つ前記凹部の開口を覆うコイル基板を有し、前記電機子コイルは、前記コイル基板の前記凹部内に臨む面において前記テーブルのスライド方向に並設された偏平な電機子コイルである。コイル基板と偏平な電機子コイルとから成る電機子組立体系は、極力薄い厚さに製作され、ベッドの凹部内に配設される。

【0022】前記電機子コイルは、略矩形にまかれた巻線と前記巻線の内部に樹脂モールド成形された芯部とから構成されている。樹脂モールドで芯部を構成することにより、電機子コイルの一層の保形性が得られる。

【0023】前記テーブルには前記テーブルの原点を規定する原点マークが設けられており、前記ベッドの前記テーブルのスライド方向両端部には、前記界磁マグネットの両端の前記磁極を検出するリミットセンサ及び前記原点マークを検出する原点前センサが設けられている。リミットセンサ及び原点前センサが、界磁マグネットの端部を検出することにより、テーブルのベッドに対するスライド位置、ストロークを制御することが可能となる。

【0024】前記テーブルのスライド方向で見て、前記ベッドの一方の端部にはエンドブロックが、また他方の端部には、前記電機子組立体系に接続される電源コードと前記エンコーダの前記センサに接続されるセンサコードとが連結されたコネクタブロックが取り付けられており、前記エンドブロック及び前記コネクタブロックには、前記テーブルとの衝突を緩和するため、それぞれ、弾性体から成るストッパが固着されている。テーブルが、万一、ベッドに対して所定のストローク範囲を超えてスライドしたときには、エンドブロック又はコネクタブロックの内側端面、即ち、テーブルに面する側に設けられている弾性体から成るストッパがテーブルとの衝突を緩衝し、スライド装置の破損を防止する。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明による可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置の実施例を説明する。図1はこの発明による可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置の平面図、図2は図1に示したスライド装置の正面図、図3は図1に示したスライド装置のA-A断面図、図4は図1に示したスライド装置からテーブルを外した分解図、

図5は図1に示したスライド装置のテーブルの背面図、図6は図5に示すテーブルの左側面図、図7は図1に示したスライド装置のコイル基板の背面図、図8は図7に示すコイル基板の正面図、及び図9は図7に示すコイル基板の背面から見た平面図である。

【0026】この発明による可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置1（以下、単に「スライド装置1」という）は、図1～図9に示すように、銅製であり細長の矩形板状に形成されたベッド2と、ベッド2上を長手方向に直線的にスライド自在な銅製であり矩形板状のテーブル3とを備えている。ベッド2は、相対的に移動可能な一方の機器（通常、固定側、図示せず）に取り付けられる。ベッド2上面には、長手方向に沿って互いに平行に且つ同じ高さに多数の取付けねじによってベッド2に固設された一对の軌道レール5と軌道レール5に摺動自在に跨架してなる2つずつのスライダ6とからなる直動転がり案内ユニット4が設けられている。テーブル3は、直動転がり案内ユニット4の各スライダ6（図3参照）に固着されており、スライダ6が軌道レール5を摺動することによって、ベッド2上をスライド自在である。テーブル3を各スライダ6に固着するための固着用の一对のねじ23が、テーブル3の上面に埋設される形で挿通されてスライダ6にねじ込まれている。スライド装置1においては、図1及び図4に示されるように、ベッド2には、基台などへの取付けのために複数の取付孔7が形成されており、テーブル3には、その上面に位置決め駆動するワークを取り付けるための複数（図示の例では4つ）ねじ孔8が形成されている。スライド装置1は、特に図2に示すように、全体的に高さが低い平坦な構造に構成されている。

【0027】直動転がり案内ユニット4は、従来周知のものであり、軌道レール5に跨架したスライダ6は、詳細には図示しないが、ケーシングと、ケーシングの摺動方向両端に取り付けられた一对のエンドキャップと、各エンドキャップの外面にエンドキャップと共締めされた状態でケーシングに取り付けられたエンドシールとを有している。一方のエンドキャップには、グリースニップルが取り付けられている。ケーシングには、軌道レール5の長手方向両側面に形成された各軌道溝に対応して転動体が循環するための循環路が形成されており、循環路には転動体としての多数のボールが並べられて収容されている。循環路は、ケーシングに形成されており且つ軌道レール5に形成された各軌道溝に対応して負荷軌道路を構成する負荷軌道溝とリターン通路、及びエンドキャップに形成され且つ負荷軌道路とリターン通路とを接続する方向転換路から成っている。ボールが軌道レールとケーシングとの間に形成された負荷軌道路を転動しつつ循環路を循環することにより、スライダ6が軌道レール5上を滑らかに案内されて移動する。

【0028】スライド装置1において、図3及び図4に

示すように、ベッド2の上面には、一对の直動転がり案内ユニット4、4間の長手方向に沿って凹部9が形成されており、凹部9には、コイル基板11とコイル基板11に固着された3つの電機子コイル12とから成る固定子としての電機子組立体10が配設されている。電機子組立体10に対向して、テーブル6の下面には、可動子として、矩形板状に形成された5極の永久磁石の界磁マグネット13が固着されている。スライド装置1は、界磁マグネット13が生じさせる磁束と電機子コイル12に流れる3相電流との電磁相互作用によるリニアモータによって、テーブル3をスライド自在に駆動して、所望の位置に位置決めする。電源装置、及び制御装置であるドライバ装置、及びコントロール装置は、スライド装置1の内部ではなく外部に設けられている。ベッド2に対するテーブル6の位置検知をするために、テーブル6の下面の長手方向に沿って配設された光学式リニアスケール15と光学式リニアスケール15に対向してベッド2の中央部側部を切り欠いて配設されたセンサ16とからなる光学式エンコーダ14が配設されている。

【0029】スライド装置1は、図1に示されるように、ベッド2の上面の長手方向の一方端部には、テーブル3がその作動ストロークを大きく逸脱してベッド2の一方から外れることを防止する規制部材としてのエンドブロック17が六角孔付きのボルト等の固着手段によって固設されている。エンドブロック17には、テーブル3に対向する端面にウレタンゴムでなる弾性体のストッパ18が固着されている。また、ベッド2の他方の端部には、コネクタブロック19がエンドブロック17の場合と同様の固着手段によって固設されている。コネクタブロック19は、テーブル3がその作動ストロークを大きく逸脱してベッド2の他方から外れることを防止する規制部材として機能すると共に、リニアモータを駆動するために電機子コイル12への電力供給用の電源コードや検知素子の信号コード21と、ベッド2に対するテーブル3の位置を検出した信号取り出し用のセンサコード22とを断線なく案内する働きをしている。センサコード22にはコントローラが接続されており、コントローラは、センサコード22を介して検出した位置情報に基づいて信号コード21を通じてモータ駆動用の電力を供給する。コネクタブロック19には、テーブル3に対向する端面にウレタンゴムでなる弾性体のストッパ20が固着されている。ストッパ18、20は、スライダ6がベッド2における作動ストロークの限界に接近したときの衝突を緩衝する。

【0030】図5及び図6に示されるように、テーブル3の下面30には、テーブル3のスライド方向に磁性が交互に異なる矩形板状の5極の磁極24が密に配設されて構成されている界磁マグネット13が配設されている。この実施例では、界磁マグネット13は、希土類磁石であるネオジウム磁石から成る永久磁石であり、両端

部の下面の磁極がN極に設定されている。テーブル3は、鋼製でなる磁性材料から作られており、界磁マグネット13が生じる磁束を通すマグネットヨークを兼ねている。そのため、テーブル3に取り付けるべきマグネットヨークを別途用意する必要がなく、可動子側の構造をコンパクトに構成することができる。

【0031】界磁マグネット13の両端には、磁束漏れ防止用の鋼製でなる端板25が配設されている。端板25は、界磁マグネット13からの磁束がテーブル3の端面より外へ漏れるのを防止して、テーブル3に近接するものへの磁界の影響を防止するものである。端板25の幅は電機子コイル12の腕の幅d(図7)の半分程度(2.5mm幅)であり、端板25の厚さは界磁マグネット13の厚さと同一である。端板25は、テーブル3と一体に形成されたものであってもよい。テーブル3の下面30には、センサ16と対向した一側において、長手方向に光学式のリニアスケール15が貼着されており、反対側においては、センサ16の側面に対向するように(図3)L字状金具27に取り付けられ且つテーブル3の下面に垂直になった状態でリニアスケール15に隣接して原点マーク28が取り付けられている。原点マーク28は、センサ16に原点(基準位置)の信号を与えるためのマークであり、中央部分に磁石29が埋め込まれて構成されている。

【0032】電機子組立体10は、図7、図8及び図9に示すように、平坦な薄板であるコイル基板11と、その下面31にテーブル3のスライド方向に並んで接着剤等で固着された、最小単位の3相でなる3つの扁平な電機子コイル12とから構成されている。電機子組立体10は、電機子コイル12を界磁マグネット13に対向して配置した状態でベッド2の凹部9内に配設される。電機子コイル12は、3相のコアレスコイルでなり、それぞれが略矩形に巻かれた巻線32と巻線32内部に樹脂モールド成形された芯部33とからなっている。コイル基板11には、各電機子コイル10内のスライド方向の中央部に界磁マグネット13と対向して磁極(ここではN極)を検知するホールIC(ホール効果素子)34が固設されている。ホールIC34は、特定の磁極(ここではN極)に検知するものであり、スライド装置1に電源をONさせた初期の時点で、いずれか検知したホールIC34から対向する界磁マグネット13の位置を検出して、検出された界磁マグネット13の位置に合わせて駆動電流を電機子コイル12に流すようにするための検知素子になっている。

【0033】コイル基板11には、また、下面の一側部の両端部において、界磁マグネット13と対向して磁極(ここではN極)24を検知するリミットセンサ35が固設されている。このリミットセンサ35は、ここでは界磁マグネット13のスライド方向両端に位置するN極を検知してテーブル3のオーバーランを防止するための検

知素子になっている。また、一方のリミットセンサ35のスライド方向の手前に隣接して原点前センサ36が固設されている。原点前センサ36は、界磁マグネット13の端部のN極を検知し、テーブル3の原点マーク28がセンサ16の側部に内蔵されている原点に合致すべくテーブル3を減速させるための検知素子になっている。また、コイル基板11の下面31には、電機子コイル12の電源コード、並びにホールIC34、リミットセンサ35及び原点前センサ36の信号コード21と配線する端子37が固設されている。コイル基板11には、更にベッド2への取付けのために取付け孔38が形成されている。このように構成されたコイル基板11は、図3及び図4に示すようにベッド2の長手方向に形成された凹部9に嵌挿され、取付け孔38に挿通した皿ねじ39をベッド2にねじ込むことによって、ベッド2に固着される。

【0034】ベッド2も、例えば、鉄系の強磁性材料(S45C)のような鋼製の磁性材料であり、電機子組立体10のためのコイルヨークを兼ねている。従って、コイルヨークを別途設ける必要がなく且つ嵩高さが減少されるので、固定子側のコンパクトを更に進めた構造にすることができる。なお、ベッド2の凹部9と電機子コイル12との間には絶縁シート40が配設されている。

【0035】スライド装置1は、次のようにして作動する。即ち、界磁マグネット13とコイルヨークとして機能するベッド2とにより常に垂直方向に働く磁束と、電機子コイル12への通電による電機子コイル12の腕のまわりに発生する回転磁束とにより電機子コイル12はフレミングの左手の法則により水平方向に力を受けることになり、反作用で可動子を構成する界磁マグネット13、即ちテーブル3が駆動され、界磁マグネット13の移動に合わせて磁束の向きに応じた方向に電機子コイル12に電流を切り替えることで、テーブル3がスライド自在に位置決め駆動される。電流量による加速度制御と光学式エンコーダ14による現在位置の検出とに基づいて、テーブル3のスライド方向の正確な位置決めが行われる。なお、スライド装置1は、パソコン、シーケンサ、及びドライバと組み合わせてシステム構成され、テーブル3の駆動及び位置決めが制御される。

【0036】図10は、上記スライド装置1の電機子組立体10に供給される電流の時間変化を示すグラフである。図10に示すように、各電機子コイル12に供給される電流は、それぞれに120°位相差を有する3相の交流電流U相、V相、及びW相である。横軸は、各相の半波長Pwに対する倍率で示されている。スライド装置1の作動例が図11～図13に示されている。図11は、テーブル3が左端から右行可能な状態(上段)と、右端から左行可能な状態(下段)とを示している。ここで、テーブル3は、テーブル3の右側の端部3aが電機子コイル12の右側の端部の腕12aの中心から外れる



ことがないように、またテーブル3の左側の端部3bが電機子コイル12の左側の端部の腕12bの中心から外れることがないように設定されている。即ち、テーブル3は、電機子コイル12の両端の腕12a、12bから外れることなく、電機子コイル12間内をスライドすることができる。この構成によって、電機子コイル12に通電される電流を界磁マグネット13が発する磁束と最大限に相互作用を働かせることができ、テーブル3の高推力を維持することが可能になっている。

【0037】図12及び図13は、それぞれ、テーブル3が任意の位置で、電機子コイル12に3相電流を流すことによってテーブル3が左行する状態を示している。図13は、左端の電機子コイル12は界磁マグネット13の磁極24の境に位置しており、この場合は電流がゼロになっている。図12では電機子コイル12の6本の腕が通電され、図13では4本の腕が通電されているが、各磁極24の中央部が磁束密度が大きくなっていて電流量も磁極24の位置に合わせて変化しているので、電機子コイル12の腕の数に依らず同一の高推力を維持することができる。なお、高推力を維持しないのであれば、テーブル3のストロークを、図12及び図13に示すストローク以上として、一部の電機子コイル12の腕が磁極24の外側まで外れるようなストロークに設定しても構わない。

【0038】図13に示すように、界磁マグネット13の磁極幅 $W_m$ として、各磁極ピッチ $P_m$ も同一( $P_m = W_m$ )、電機子コイル12の腕の中心間距離 $B_c$ を磁極幅 $W_m$ と同一( $B_c = W_m$ )、電機子コイル12のコイルピッチ $P_c$ を $P_c = 4/3 P_m$  ( $P_c = 4/3 W_m$ )に構成している。界磁マグネット13の長さ $L_m$ (図5)は、電機子コイル12の長さ中心間 $L_p$ (図7)程度になっている。この実施例では、磁極幅 $W_m = 15\text{ mm}$ であり、テーブル3のストローク $S_t$ (図11) =  $25\text{ mm}$ となっている。界磁マグネット13の長さ $L_f = 75\text{ mm}$ であり、両端の端板25の幅 $2.5\text{ mm}$ を加算して、テーブル3の長さ $L_t = 80\text{ mm}$ である。また、スライド装置1は、高さ $H$ (図3) =  $14\text{ mm}$ 、長さ $L$ (図1) =  $145\text{ mm}$ 、幅 $B$ (図1) =  $60\text{ mm}$ になっている。

【0039】

【発明の効果】この発明による可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置は、以上のように、電機子組立体を構成する各電機子コイルへの電流の供給を3相通電方式としたので、駆動回路をスライド装置内部から外部のドライバ側に移設することが可能になり、スライド装置の全高さを低くすることができる。また、界磁マグネットを希土類磁石(ネオジウム磁石)で構成したので、磁束密度を高めることになり高推力(電流×磁束密度)を得ることができ、更に、高速、高応答な位置決めが可能になっている。また、テーブルのベッドに対す

る位置検出を行うエンコーダに光学式エンコーダが採用されているので、従来の磁気エンコーダに比較して分解能が向上し、テーブルの位置決めを高精度に行うことができる。また、光学式エンコーダを構成する光学式のリニアスケールをテーブル下面に配設し、リニアスケール用のセンサをベッドに配設したので、センサに接続されるセンサコードは、ベッドに設けられるだけであるので、テーブルに設ける場合と異なり可動に構成することがなく、低発塵であるクリーンな環境で使用可能になっている。更に、電機子組立体において、電機子コイルを最小単位でなる3つの電機子コイルとし、界磁マグネットを5極配設したので、実用上、最小単位でなるコンパクトなスライド装置を提供することができる。

【0040】また、テーブルのベッドに対するストロークは、テーブルの端部が電機子コイルのスライド方向両端の腕の中心を超えて電機子コイルの内部側に移動することがない範囲に設定されている。即ち、テーブルは、電機子コイルの両端から外れることなく電機子コイル間内をスライドするので、界磁マグネットの磁束に対して、電機子コイルに通電される電流に最大限の相互作用を働かせることができ、テーブルの高推力を維持することができる。

【0041】このように、この発明による可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置は、スライド装置として嵩高さを抑えて最もコンパクトとなり、スライド装置の製造、保管、運搬、据付け及び使用において、省スペースを実現し、作業環境等の改善に寄与することができると共に、クリーン、高推力、高速、高応答な位置決め機構としてのスライド装置となっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による可動コイル型リニアモータを内蔵したスライド装置の平面図である。

【図2】図1に示したスライド装置の正面図である。

【図3】図1に示したスライド装置のA-A断面図である。

【図4】図1に示したスライド装置からテーブルを外した分解図である。

【図5】図1に示したスライド装置のテーブルの背面図である。

【図6】図5に示すテーブルの左側面図である。

【図7】図1に示したスライド装置のコイル基板の背面図である。

【図8】図7に示すコイル基板の正面図である。

【図9】図7に示すコイル基板の背面から見た平面図である。

【図10】図1に示したスライド装置の電機子コイルに供給される電流の時間的变化を示すグラフである。

【図11】図1～図9に示すスライド装置のテーブルが左端から右行可能な状態と、右端から左行可能な状態とを示す作動説明図である。

【図12】図1～図9に示すスライド装置のテーブルが任意の位置で、電機子コイルに3相電流を流すことによってテーブルが左行する状態を示す作動説明図である。

【図13】図12と同様のテーブルが左行する状態を示す作動説明図である。

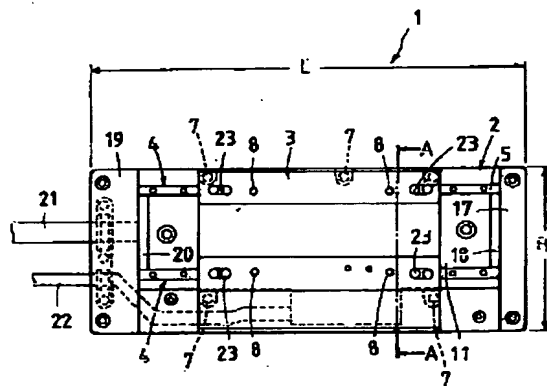
【図14】従来の可動マグネット型リニアモータを内蔵するスライド装置の一例を示す平面図である。

【図15】図14に示す可動マグネット型リニアモータを内蔵するスライド装置のB-B断面図である。

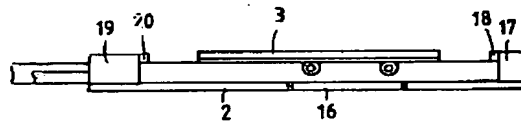
【符号の説明】

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 1 可動マグネット型リニアモータを内蔵したスライド装置 | 12 電機子コイル            |
| 2 ベッド                       | 12a, 12b 電機子コイルの端部の腕 |
| 3 テーブル                      | 13 界磁マグネット           |
| 3a, 3b テーブルの端部              | 14 エンコーダ(光学式エンコーダ)   |
| 4 直動案内ユニット                  | 15 光学式リニアスケール        |
| 9 凹部                        | 16 センサ               |
| 10 電機子組立体                   | 17 エンドブロック           |
| 11 コイル基板                    | 19 コネクタブロック          |
|                             | 18, 20 ストップ          |
|                             | 24 磁極                |
|                             | 28 原点マーク             |
|                             | 30 下面                |
|                             | 31 下面                |
|                             | 32 巻線                |
|                             | 33 芯部                |
|                             | 35 リミットセンサ           |
|                             | 36 原点前センサ            |
|                             | St ストローク             |

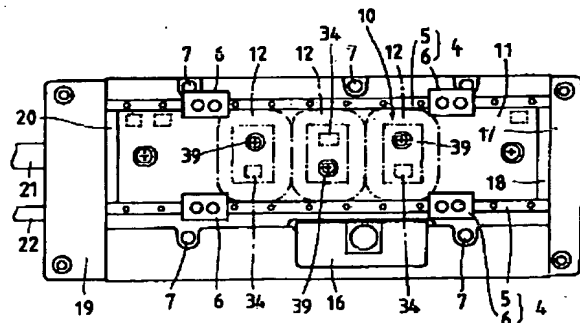
【図1】



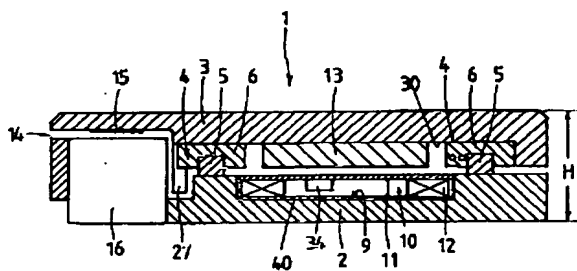
【図2】



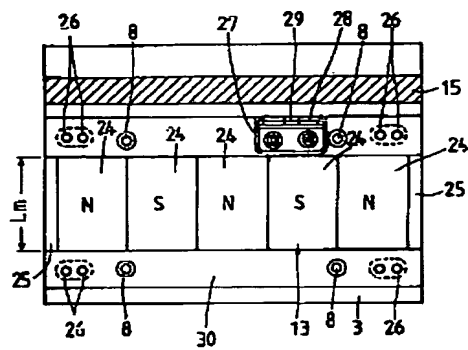
【図4】



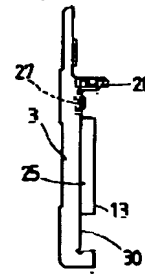
【図3】



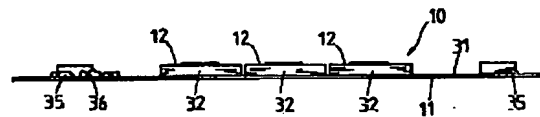
【図5】



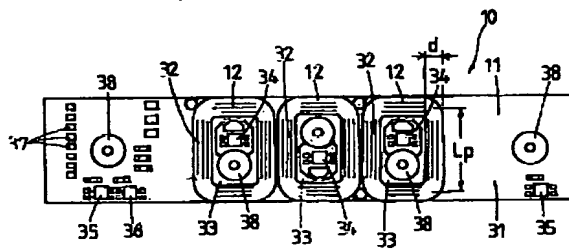
【図6】



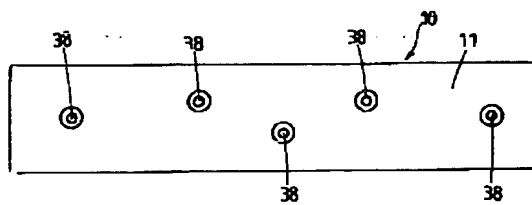
【図8】



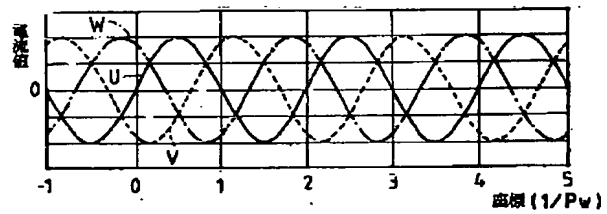
【図7】



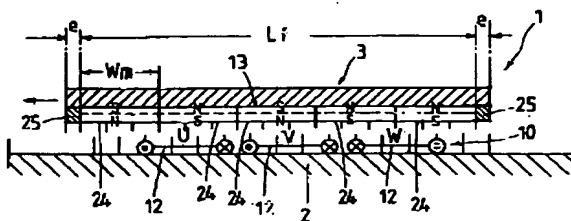
【図9】



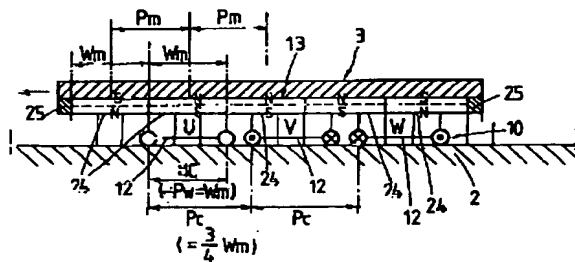
【☒10】



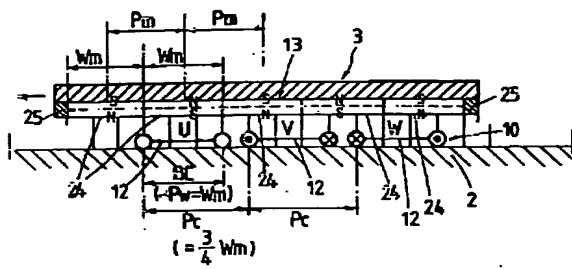
【図 12】



【例 13】



【图 13】



フロントページの続き

(72)発明者 大野 正毅  
神奈川県鎌倉市常盤392番地 日本トムソ  
ン株式会社内

Fターム(参考) 5H641 BB03 BB06 BB19 GG02 GG05  
GG07 GG26 HH03 JA09 JA11  
JA13 JA14